



ATTORNEY DOCKET NO.: 046124-5282

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

|                               |   |                                   |
|-------------------------------|---|-----------------------------------|
| In re Application of:         | ) |                                   |
| Hirotooshi TERADA et al.      | ) | Confirmation No.: 6505            |
| Application No.: 10/804,194   | ) | Group Art Unit: <i>Unassigned</i> |
| Filed: March 19, 2004         | ) | Examiner: <i>Unassigned</i>       |
| For: SOLID IMMERSION LENS AND | ) |                                   |
| MICROSCOPE                    | ) |                                   |

Commissioner for Patents  
U.S. Patent and Trademark Office  
2011 South Clark Place  
Customer Window  
Crystal Plaza Two, Lobby, Room 1B03  
Arlington, VA 22202

Sir:


**SUBMISSION OF PRIORITY DOCUMENTS**

Pursuant to 35 U.S.C. § 119, Applicants hereby claim the benefits of the filing date of the following Japanese Application Nos. 2003-373059, filed October 31, 2003; 2003-146620, filed May 23, 2003 and 2003-078819, filed March 20, 2003 for the above-identified United States Patent Application.

A certified copy of the above-identified priority documents are enclosed in support of Applicants claim for priority.

Respectfully submitted,

**MORGAN, LEWIS & BOCKIUS LLP**

  
\_\_\_\_\_  
John G. Smith  
Registration No. 33,818

Dated: September 9, 2004

**CUSTOMER NO. 009629**  
**MORGAN, LEWIS & BOCKIUS LLP**  
1111 Pennsylvania Avenue, N.W.  
Washington, D.C. 20004  
202-739-3000

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて  
いる事項と同一であることを証明する。  
This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed  
with this Office.

出願年月日  
Date of Application:

2003年 3月20日

出願番号  
Application Number:  
[ST. 10/C]:

特願2003-078819  
[JP2003-078819]

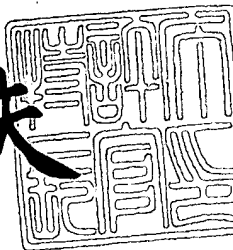
願人  
Applicant(s):

浜松ホトニクス株式会社

2004年 3月29日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今井康夫



出証番号 出証特2004-3025

【書類名】 特許願

【整理番号】 2002-0603

【提出日】 平成15年 3月20日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G01N 21/88  
H01L 21/66

【発明者】

【住所又は居所】 静岡県浜松市市野町 1 1 2 6 番地の 1 浜松ホトニクス株式会社内

【氏名】 寺田 浩敏

【特許出願人】

【識別番号】 000236436

【氏名又は名称】 浜松ホトニクス株式会社

【代理人】

【識別番号】 100088155

【弁理士】

【氏名又は名称】 長谷川 芳樹

【選任した代理人】

【識別番号】 100089978

【弁理士】

【氏名又は名称】 塩田 辰也

【選任した代理人】

【識別番号】 100092657

【弁理士】

【氏名又は名称】 寺崎 史朗

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 014708

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

|           |     |   |
|-----------|-----|---|
| 【物件名】     | 明細書 | 1 |
| 【物件名】     | 図面  | 1 |
| 【物件名】     | 要約書 | 1 |
| 【プルーフの要否】 | 要   |   |

【書類名】 明細書

【発明の名称】 半導体検査装置及び検査方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 半導体デバイスの画像を取得して、その異常箇所を検出する半導体検査装置であって、

検査対象となる半導体デバイスの画像を取得する画像取得手段と、

前記半導体デバイスからの光が入射する対物レンズを含み、前記半導体デバイスの画像を前記画像取得手段へと導く光学系と、

前記半導体デバイスから前記対物レンズへの光軸を含む挿入位置、及び前記光軸を外れた待機位置の間を移動可能に設けられた固浸レンズと、

前記固浸レンズを前記挿入位置及び前記待機位置の間で駆動するとともに、前記対物レンズに対する前記固浸レンズの前記挿入位置を調整する固浸レンズ駆動手段と、

前記画像取得手段で取得された前記固浸レンズからの反射光を含む画像を参照して、前記固浸レンズの前記挿入位置の調整を指示する指示手段とを備えることを特徴とする半導体検査装置。

【請求項 2】 前記指示手段は、前記固浸レンズからの反射光を含む画像を参照し、反射光像の重心位置が前記半導体デバイスでの検査箇所に対して一致するように、前記固浸レンズの前記挿入位置の調整を指示することを特徴とする請求項 1 記載の半導体検査装置。

【請求項 3】 前記指示手段は、前記固浸レンズの前記挿入位置の調整と合わせて、前記対物レンズと前記半導体デバイスとの間の距離の調整を指示することを特徴とする請求項 1 または 2 記載の半導体検査装置。

【請求項 4】 半導体デバイスの画像を取得して、その異常箇所を検出する半導体検査方法であって、

検査対象となる半導体デバイスの観察画像を、前記半導体デバイスからの光が入射する対物レンズを含む光学系を介して取得する第 1 画像取得ステップと、

前記観察画像から前記半導体デバイスでの検査箇所を設定する検査設定ステップと、

固浸レンズを、前記半導体デバイスから前記対物レンズへの光軸を外れた待機位置から、前記光軸を含む挿入位置へと移動するレンズ挿入ステップと、

前記固浸レンズからの反射光を含む画像を取得し、その画像を参照して、前記対物レンズに対する前記固浸レンズの前記挿入位置を調整する位置調整ステップと、

前記固浸レンズによって拡大された前記半導体デバイスの観察画像を、前記固浸レンズ及び前記光学系を介して取得する第 2 画像取得ステップとを備えることを特徴とする半導体検査方法。

【請求項 5】 前記位置調整ステップにおいて、前記固浸レンズからの反射光を含む画像を参照し、反射光像の重心位置が前記半導体デバイスでの前記検査箇所に対して一致するように、前記固浸レンズの前記挿入位置を調整することを特徴とする請求項 4 記載の半導体検査方法。

【請求項 6】 前記対物レンズと前記半導体デバイスとの間の距離を調整する距離調整ステップを備えることを特徴とする請求項 4 または 5 記載の半導体検査方法。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0 0 0 1】

#### 【発明の属する技術分野】

本発明は、半導体デバイスの故障解析や信頼性評価などに用いられる半導体検査装置、及び半導体検査方法に関するものである。

##### 【0 0 0 2】

#### 【従来の技術】

半導体検査装置としては、エミッション顕微鏡や I R - O B I R C H 装置などが知られている（特許文献 1、2 参照）。しかしながら、近年、検査対象となる半導体デバイスの微細化が進んでおり、可視光や赤外光を使用した従来の検査装置では、光学系での回折限界に起因する制限により、微細構造の解析が困難になってきている。

##### 【0 0 0 3】

このため、このような半導体デバイスの微細構造について解析を行って、半導

体デバイス中に形成されたトランジスタや配線などの回路パターンに発生した異常箇所を検出する場合、まず、可視光や赤外光を使用した検査装置によって異常箇所が存在する範囲をある程度まで絞り込む。そして、その絞り込まれた範囲について、より高分解能な電子顕微鏡などの観察装置を用いて観察を行うことで、半導体デバイスでの異常箇所を検出する方法が用いられている。

#### 【0 0 0 4】

##### 【特許文献 1】

特開平 7 - 1 9 0 9 4 6 号公報

#### 【0 0 0 5】

##### 【特許文献 2】

特公平 7 - 1 8 8 0 6 号公報

#### 【0 0 0 6】

##### 【発明が解決しようとする課題】

上記したように、光を使用した検査を行った後に電子顕微鏡で高分解能の観察を行う方法では、検査対象となる半導体デバイスの準備、設置が複雑であるなどの理由により、半導体デバイスの検査に大変な手間と時間を要するという問題がある。

#### 【0 0 0 7】

一方、観察対象の画像を拡大するレンズとして、固浸レンズ（S I L : Solid Immersion Lens）が知られている。S I L は、半球形状、またはワイエルストラス球と呼ばれる超半球形状のレンズである。この S I L を観察対象の表面に密着させて設置すれば、開口数 N A 及び倍率をともに拡大することができ、高い空間分解能での観察が可能となる。しかしながら、S I L は、大きさが 1 mm 程度と小型のレンズ素子である。このため、半導体デバイスの検査においては、取り扱いの難しさなどにより、S I L を用いた検査は実用化されていない。

#### 【0 0 0 8】

本発明は、以上の問題点を解決するためになされたものであり、半導体デバイスの微細構造解析などの検査を容易に行うことが可能な半導体検査装置、及び半導体検査方法を提供することを目的とする。

## 【0009】

## 【課題を解決するための手段】

このような目的を達成するために、本発明による半導体検査装置は、半導体デバイスの画像を取得して、その異常箇所を検出する半導体検査装置であって、（１）検査対象となる半導体デバイスの画像を取得する画像取得手段と、（２）半導体デバイスからの光が入射する対物レンズを含み、半導体デバイスの画像を画像取得手段へと導く光学系と、（３）半導体デバイスから対物レンズへの光軸を含む挿入位置、及び光軸を外れた待機位置の間を移動可能に設けられた固浸レンズと、（４）固浸レンズを挿入位置及び待機位置の間で駆動するとともに、対物レンズに対する固浸レンズの挿入位置を調整する固浸レンズ駆動手段と、（５）画像取得手段で取得された固浸レンズからの反射光を含む画像を参照して、固浸レンズの挿入位置の調整を指示する指示手段とを備えることを特徴とする。

## 【0010】

また、本発明による半導体検査方法は、半導体デバイスの画像を取得して、その異常箇所を検出する半導体検査方法であって、（a）検査対象となる半導体デバイスの観察画像を、半導体デバイスからの光が入射する対物レンズを含む光学系を介して取得する第１画像取得ステップと、（b）観察画像から半導体デバイスでの検査箇所を設定する検査設定ステップと、（c）固浸レンズを、半導体デバイスから対物レンズへの光軸を外れた待機位置から、光軸を含む挿入位置へと移動するレンズ挿入ステップと、（d）固浸レンズからの反射光を含む画像を取得し、その画像を参照して、対物レンズに対する固浸レンズの挿入位置を調整する位置調整ステップと、（e）固浸レンズによって拡大された半導体デバイスの観察画像を、固浸レンズ及び光学系を介して取得する第２画像取得ステップとを備えることを特徴とする。

## 【0011】

上記した半導体検査装置及び検査方法においては、観察対象である半導体デバイスと対物レンズとの間に固浸レンズがない通常の状態での観察画像、及び固浸レンズを挿入した状態での拡大観察画像の両者を取得可能なように検査装置を構成している。そして、固浸レンズを挿入した際に、固浸レンズからの反射光を含



む画像を取得し、その画像を参照することによって固浸レンズの位置を調整することとしている。

#### 【0012】

このような構成によれば、半導体デバイスに対して、固浸レンズを介して高分解能の観察を行うことができる。また、固浸レンズを挿入した状態での観察画像を利用して位置合わせを行うことにより、半導体デバイスの検査への適用において、固浸レンズを効率良く取り扱うことが可能となる。以上により、微細構造解析などの半導体デバイスの検査を容易に行うことが可能な半導体検査装置、及び検査方法が実現される。

#### 【0013】

ここで、半導体検査装置は、指示手段が、固浸レンズからの反射光を含む画像を参照し、反射光像の重心位置が半導体デバイスでの検査箇所に対して一致するように、固浸レンズの挿入位置の調整を指示することが好ましい。同様に、検査方法は、位置調整ステップにおいて、固浸レンズからの反射光を含む画像を参照し、反射光像の重心位置が半導体デバイスでの検査箇所に対して一致するように、固浸レンズの挿入位置を調整することが好ましい。これにより、固浸レンズを挿入した状態での観察画像を利用した位置合わせを確実に行うことができる。

#### 【0014】

また、半導体検査装置は、指示手段が、固浸レンズの挿入位置の調整と合わせて、対物レンズと半導体デバイスとの間の距離の調整を指示することとしても良い。同様に、検査方法は、対物レンズと半導体デバイスとの間の距離を調整する距離調整ステップを備えることとしても良い。これにより、対物レンズを含む光学系、及び固浸レンズを介して、半導体デバイスの拡大観察画像を良好な画像として取得することができる。

#### 【0015】

##### 【発明の実施の形態】

以下、図面とともに本発明による半導体検査装置、及び半導体検査方法の好適な実施形態について詳細に説明する。なお、図面の説明においては同一要素には同一符号を付し、重複する説明を省略する。また、図面の寸法比率は、説明のも

のと必ずしも一致していない。

#### 【0016】

まず、本発明による半導体検査装置の基本的構成について説明する。図1は、本発明による半導体検査装置の一実施形態の構成を模式的に示すブロック図である。本装置は、例えばトランジスタや配線などからなる回路パターンが形成された半導体デバイスSを検査対象とし、半導体デバイスSの画像を取得して、その異常箇所を検出する検査装置である。

#### 【0017】

本実施形態による半導体検査装置は、半導体デバイスSの観察を行う観察部Aと、観察部Aの各部の動作を制御する制御部Bと、半導体デバイスSの検査に必要な処理や指示等を行う解析部Cとを備えている。また、本検査装置による検査対象となる半導体デバイスSは、観察部Aに設けられたステージ18上に載置されている。

#### 【0018】

観察部Aは、暗箱（図示していない）内に設置された画像取得部1と、光学系2と、固浸レンズ（SIL：Solid Immersion Lens）3とを有している。画像取得部1は、例えば光検出器や撮像装置などからなり、半導体デバイスSの画像を取得する手段である。また、画像取得部1と、ステージ18上に載置された半導体デバイスSとの間には、半導体デバイスSからの光による画像を画像取得部1へと導く光学系2が設けられている。

#### 【0019】

光学系2には、その半導体デバイスSに対向する所定位置に、半導体デバイスSからの光が入射する対物レンズ20が設けられている。半導体デバイスSから出射、あるいは反射等された光は対物レンズ20へと入射し、この対物レンズ20を含む光学系2を介して画像取得部1に到達する。そして、画像取得部1において、検査に用いられる半導体デバイスSの画像が取得される。

#### 【0020】

画像取得部1と光学系2とは、互いの光軸が一致された状態で一体に構成されている。また、これらの画像取得部1及び光学系2に対し、XYZステージ15

が設置されている。これにより、画像取得部 1 及び光学系 2 は、X、Y 方向（水平方向）、及び Z 方向（垂直方向）のそれぞれで必要に応じて移動させて、半導体デバイス S に対して位置合わせ及び焦点合わせが可能な構成となっている。

#### 【0021】

また、検査対象となる半導体デバイス S に対して、検査部 16 が設けられている。検査部 16 は、半導体デバイス S の検査を行う際に、必要に応じて、半導体デバイス S の状態の制御等を行う。検査部 16 による半導体デバイス S の状態の制御方法は、半導体デバイス S に対して適用する具体的な検査方法によって異なるが、例えば、半導体デバイス S に形成された回路パターンの所定部分に電圧を供給する方法、あるいは、半導体デバイス S に対してプローブ光となるレーザ光を照射する方法などが用いられる。

#### 【0022】

本実施形態においては、この観察部 A には、さらに、SIL3 が設置されている。図 2 は、固浸レンズ（SIL）の構成及び使用方法の例を示す図である。SIL3 は、半球形状、またはワイエルストラス球と呼ばれる超半球形状を有するレンズであり、図 2（a）及び（b）に示すように、観察対象である半導体デバイス S の表面に密着して設置される。ここで、SIL3 の半径を  $R$ 、屈折率を  $n$  とする。

#### 【0023】

このような SIL3 のレンズ形状は、収差がなくなる条件によって決まるものである。半球形状を有する SIL では、図 2（a）に示すように、その球心が焦点となる。このとき、開口率 NA 及び倍率はともに  $n$  倍となる。一方、超半球形状を有する SIL では、図 2（b）に示すように、球心から  $R/n$  だけ下方にずれた位置が焦点となる。このとき、開口率 NA 及び倍率はともに  $n^2$  倍となる。あるいは、球心と、球心から  $R/n$  だけ下方にずれた位置との間の位置を焦点とするなど、半導体デバイス S に対する具体的な観察条件等に応じて、図 2（a）及び（b）に示した以外の条件で SIL3 を用いても良い。

#### 【0024】

図 1 に示した半導体検査装置においては、この SIL3 は、画像取得部 1 及び

光学系 2 と、ステージ 18 上に載置された半導体デバイス S とに対して移動可能に設置されている。具体的には、SIL3 は、半導体デバイス S から対物レンズ 20 への光軸を含み、上記したように半導体デバイス S の表面に密着して設置される挿入位置と、光軸を外れた位置（待機位置）との間を移動可能に構成されている。

#### 【0025】

また、SIL3 に対し、固浸レンズ駆動部（SIL 駆動部）30 が設けられている。SIL 駆動部 30 は、SIL3 を駆動して上記した挿入位置及び待機位置の間を移動させる駆動手段である。また、SIL 駆動部 30 は、SIL3 の位置を微小に移動させることにより、光学系 2 の対物レンズ 20 に対する SIL3 の挿入位置を調整する。なお、図 1 においては、対物レンズ 20 と半導体デバイス S との間の挿入位置に配置された状態で SIL3 を図示している。

#### 【0026】

半導体デバイス S を検査するための観察等を行う観察部 A に対し、制御部 B 及び解析部 C が設けられている。

#### 【0027】

制御部 B は、観察制御部 51 と、ステージ制御部 52 と、SIL 制御部 53 とを有している。観察制御部 51 は、画像取得部 1 及び検査部 16 の動作を制御することによって、観察部 A において行われる半導体デバイス S の観察の実行や観察条件の設定などを制御する。

#### 【0028】

ステージ制御部 52 は、XYZ ステージ 15 の動作を制御することによって、本検査装置における検査箇所となる画像取得部 1 及び光学系 2 による半導体デバイス S の観察箇所の設定、あるいはその位置合わせ、焦点合わせ等を制御する。また、SIL 制御部 53 は、SIL 駆動部 30 の動作を制御することによって、挿入位置及び待機位置の間での SIL3 の移動、あるいは SIL3 の挿入位置の調整等を制御する。

#### 【0029】

解析部 C は、画像解析部 61 と、指示部 62 とを有している。画像解析部 61

は、画像取得部 1 によって取得された画像に対して、必要な解析処理等を行う。  
また、指示部 6 2 は、操作者からの入力内容や、画像解析部 6 1 による解析内容などを参照し、制御部 B を介して、観察部 A における半導体デバイス S の検査の実行に関する必要な指示を行う。

#### 【0030】

特に、本実施形態においては、解析部 C は、観察部 A に S I L 3 及び S I L 駆動部 3 0 が設置されていることに対応して、S I L 3 を用いた半導体デバイス S の検査に関して必要な処理及び指示を行う。

#### 【0031】

すなわち、対物レンズ 2 0 と半導体デバイス S との間に S I L 3 を挿入する場合、観察部 A において、画像取得部 1 は、S I L 3 が挿入位置にある状態で S I L 3 からの反射光を含む画像を取得する。また、解析部 C において、画像解析部 6 1 は、画像取得部 1 で取得された S I L 3 からの反射光を含む画像について、その反射光像の重心位置を求めるなどの所定の解析を行う。そして、指示部 6 2 は、画像解析部 6 1 で解析された S I L 3 からの反射光を含む画像を参照し、S I L 制御部 5 3 に対して、反射光像の重心位置が半導体デバイス S での検査箇所に対して一致するように、S I L 3 の挿入位置の調整を指示する。

#### 【0032】

本発明による半導体検査方法について説明する。図 3 は、図 1 に示した半導体検査装置を用いた半導体検査方法を示すフローチャートである。

#### 【0033】

まず、検査対象である半導体デバイス S に対し、光軸を外れた待機位置に S I L 3 を配置した状態で観察を行う。ここでは、画像取得部 1 により、対物レンズ 2 0 を含む光学系 2 を介して、半導体デバイス S の観察画像である回路パターン of the pattern image を取得する（ステップ S 1 0 1）。また、検査部 1 6 によって半導体デバイス S の状態を所定の状態に制御するとともに、半導体デバイス S の異常箇所を検出するための異常観察画像を取得する（S 1 0 2、第 1 画像取得ステップ）。

#### 【0034】

次に、画像取得部 1 で取得されたパターン画像及び異常観察画像を用いて、半導体デバイス S に異常箇所があるかどうかを調べる。異常箇所がある場合にはその位置を検出するとともに、検出された異常箇所を半導体検査装置による検査箇所として設定する（S 103、検査設定ステップ）。そして、設定された検査箇所が画像取得部 1 によって取得される画像の中央に位置するように、X Y Z ステージ 15 によって画像取得部 1 及び光学系 2 の位置を設定する。

#### 【0035】

続いて、半導体デバイス S の検査箇所に対して S I L 3 の設置を行う（S 104）。まず、光軸を外れた待機位置にある S I L 3 を S I L 駆動部 30 によって駆動して、半導体デバイス S から対物レンズ 20 への光軸を含む挿入位置へと S I L 3 を移動する（S 105、レンズ挿入ステップ）。

#### 【0036】

半導体デバイス S と対物レンズ 20 との間に S I L 3 を挿入したら、S I L 3 の挿入位置の調整を行う（S 106、位置調整ステップ）。まず、画像取得部 1 により、S I L 3 からの反射光を含む画像を取得する。S I L 3 の挿入位置の調整は、この画像に含まれる反射光像における S I L 3 の面頂からの反射光をガイドとして行われる。

#### 【0037】

図 4 は、半導体デバイス S と対物レンズ 20 との間に S I L 3 を挿入した状態で画像取得部 1 によって取得される画像を示す写真である。この写真の中央にある明るい部分が、S I L 3 の面頂からの反射光に相当する。画像解析部 61 は、このような S I L 3 からの反射光を含む画像に対し、自動で、または操作者からの指示に基づいて解析を行い、反射光像の重心位置を求める。そして、指示部 62 は、S I L 制御部 53 を介し S I L 3 及び S I L 駆動部 30 に対して、画像解析部 61 で得られた反射光像の重心位置が半導体デバイス S での検査箇所に対して一致するように、S I L 3 の挿入位置の調整を指示する。これにより、S I L 3 の半導体デバイス S 及び対物レンズ 20 に対する位置合わせが行われる。

#### 【0038】

さらに、指示部 62 は、上記した S I L 3 の挿入位置の調整と合わせて、ステ

ージ制御部 52 を介し XYZ ステージ 15 に対して、SIL3 が密着して設置されている半導体デバイス S と、光学系 2 の対物レンズ 20 との間の距離の調整を指示する (S107、距離調整ステップ)。これにより、SIL3 が挿入された状態における焦点合わせが行われる。そして、画像取得部 1 は、半導体デバイス S 上に配置された SIL3、及び対物レンズ 20 を含む光学系 2 を介して、半導体デバイス S の拡大された観察画像を取得する (S108、第 2 画像取得ステップ)。

#### 【0039】

本実施形態による半導体検査装置、及び半導体検査方法の効果について説明する。

#### 【0040】

図 1 に示した半導体検査装置、及び図 3 に示した半導体検査方法においては、観察対象である半導体デバイス S と対物レンズ 20 との間に SIL3 がない通常の状態での観察画像、及び SIL3 を挿入した状態での拡大観察画像の両者を、画像取得部 1 によって取得可能な構成を用いている。そして、SIL3 を挿入した際に、SIL3 からの反射光を含む画像を取得し、その画像を参照することによって SIL3 の位置を調整することとしている。

#### 【0041】

このような構成によれば、半導体デバイス S に対して、SIL3 を介して高分解能の観察を行うことができる。また、SIL3 を挿入した状態での観察画像を利用して位置合わせを行うことにより、半導体デバイス S の検査への適用において、SIL3 を効率良く取り扱うことが可能となる。以上により、微細構造解析などの半導体デバイス S の検査を容易に行うことが可能な半導体検査装置、及び検査方法が実現される。

#### 【0042】

SIL3 からの反射光を含む画像を用いて SIL3 の位置合わせを行う場合、具体的には上記したように、SIL3 からの反射光像の重心位置を求め、その重心位置が半導体デバイス S での検査箇所に対して一致するように SIL3 の挿入位置を調整することが好ましい。これにより、SIL3 の位置合わせを確実に

うことができる。あるいは、これ以外の位置合わせ方法を用いても良い。例えば、S I L 3からの反射光像の重心位置が、半導体デバイスSでの検査箇所の重心位置に対して一致するようにS I L 3の挿入位置を調整することとしても良い。

#### 【0043】

また、S I L 3を用いて半導体デバイスSの検査を行う場合、半導体デバイスSの検査箇所を画像取得部1によって取得される画像の中央とすることが好ましい。これにより、半導体デバイスSの観察において対物レンズ20の瞳を有効に用いることができる。すなわち、S I L 3を使用した場合、対物レンズ20の瞳は一部分のみが使用され、画角に応じてその使用位置が変わることとなる。したがって、対物レンズ20の光軸上にS I L 3を配置することにより、光の利用効率が最も高くなる。また、このようなS I L 3の配置では、S I L 3で発生するシェーディングを小さくすることができる。

#### 【0044】

なお、図1に示した半導体検査装置では、半導体デバイスSに対する画像取得部1及び光学系2の位置合わせ及び焦点合わせを行うため、画像取得部1及び光学系2に対してXYZステージ15を設置している。このようなXYZステージについては、半導体デバイスSが載置されているステージ18としてXYZステージを用いても良い。また、角度方向に可動に構成された $\theta$ ステージをさらに設置しても良い。

#### 【0045】

図5は、本発明による半導体検査装置の他の実施形態を示す構成図である。また、図6は、図5に示した半導体検査装置を側面から示す構成図である。本実施形態は、図1に示した半導体検査装置について、その具体的な構成を示すものとなっている。なお、図6においては、解析部C等について図示を省略している。

#### 【0046】

本実施形態による半導体検査装置は、観察部Aと、制御部Bと、解析部Cとを備えている。検査対象となる半導体デバイスSは、観察部Aに設けられたステージ18上に載置されている。さらに、本実施形態においては、半導体デバイスSに対して検査に必要な電気信号等を印加するテストフィクスチャ19が設置され



ている。半導体デバイス S は、例えば、その裏面が対物レンズ 20 に対面するように配置される。

#### 【0047】

観察部 A は、暗箱（図示していない）内に設置された高感度カメラ 10 と、レーザスキャン光学系（LSM: Laser Scanning Microscope）ユニット 12 と、光学系 22、24 と、XYZ ステージ 15 と、SIL 3 と、SIL 駆動部 30 とを有している。

#### 【0048】

これらのうち、カメラ 10 及び LSM ユニット 12 は、図 1 に示した構成における画像取得部 1 に相当している。また、光学系 22、24 は、光学系 2 に相当している。光学系 22、24 の半導体デバイス S 側には、対物レンズ 20 が設けられている。本実施形態においては、図 5 及び図 6 に示すように、それぞれ異なる倍率を有する複数の対物レンズ 20 が切り換え可能に設けられている。また、テストフィクスチャ 19 は、検査部 16 に相当している。また、LSM ユニット 12 は、画像取得部 1 としての機能と合わせて、検査部 16 としての機能も有している。

#### 【0049】

光学系 22 は、対物レンズ 20 を介して入射された半導体デバイス S からの光をカメラ 10 へと導くカメラ用光学系である。カメラ用光学系 22 は、対物レンズ 20 によって所定の倍率で拡大された画像をカメラ 10 内部の受光面に結像させるための結像レンズ 22a を有している。また、対物レンズ 20 と結像レンズ 22a との間には、光学系 24 のビームスプリッタ 24a が介在している。高感度カメラ 10 としては、例えば冷却 CCD カメラなどが用いられる。

#### 【0050】

このような構成において、半導体デバイス S からの光は、対物レンズ 20 及びカメラ用光学系 22 を含む光学系を介してカメラ 10 へと導かれる。そして、カメラ 10 によって、半導体デバイス S のパターン画像などの画像が取得される。あるいは、半導体デバイス S の発光画像を取得することも可能である。この場合には、テストフィクスチャ 19 によって電圧を印加した状態で半導体デバイス S

から発生した光が、光学系を介してカメラ10へと導かれる。そして、カメラ10によって、異常観察画像として用いられる半導体デバイスSの発光画像が取得される。

#### 【0051】

LSMユニット12は、赤外レーザ光を照射するためのレーザ光導入用光ファイバ12aと、光ファイバ12aから照射されたレーザ光を平行光とするコリメータレンズ12bと、レンズ12bによって平行光とされたレーザ光を反射するビームスプリッタ12eと、ビームスプリッタ12eで反射されたレーザ光をXY方向に走査して半導体デバイスS側へと出射するXYスキャナ12fとを有している。

#### 【0052】

また、LSMユニット12は、半導体デバイスS側からXYスキャナ12fを介して入射され、ビームスプリッタ12eを透過した光を集光するコンデンサレンズ12dと、コンデンサレンズ12dによって集光された光を検出するための検出用光ファイバ12cとを有している。

#### 【0053】

光学系24は、半導体デバイスS及び対物レンズ20と、LSMユニット12のXYスキャナ12fとの間で光を導くLSMユニット用光学系である。LSMユニット用光学系24は、半導体デバイスSから対物レンズ20を介して入射された光の一部を反射するビームスプリッタ24aと、ビームスプリッタ24aで反射された光の光路をLSMユニット12に向かう光路へと変換するミラー24bと、ミラー24bで反射された光を集光するレンズ24cとを有している。

#### 【0054】

このような構成において、レーザ光源（図示していない）からレーザ光導入用光ファイバ12aを介して出射された赤外レーザ光は、レンズ12b、ビームスプリッタ12e、XYスキャナ12f、光学系24、及び対物レンズ20を通過して半導体デバイスSへと照射され、半導体デバイスS内へと入射する。

#### 【0055】

この入射光に対する半導体デバイスSからの反射散乱光は、半導体デバイスS

に設けられている回路パターンを反映している。半導体デバイス S からの反射光は、入射光とは逆の光路を通過してビームスプリッタ 12 e へと到達し、ビームスプリッタ 12 e を透過する。そして、ビームスプリッタ 12 e を透過した光は、レンズ 12 d を介して検出用光ファイバ 12 c へと入射し、検出用光ファイバ 12 c に接続された光検出器（図示していない）によって検出される。

#### 【0056】

検出用光ファイバ 12 c を介して光検出器で検出される光の強度は、上記したように、半導体デバイス S に設けられている回路パターンを反映した強度となっている。したがって、XY スキャナ 12 f によって赤外レーザ光が半導体デバイス S 上を X-Y 走査することにより、半導体デバイス S 内部の回路パターンなどの画像を鮮明に撮像することができる。

#### 【0057】

観察部 A には、さらに、SIL 3 が設置されている。SIL 3 は、高感度カメラ 10、LSM ユニット 12、光学系 22、24、及び対物レンズ 20 と、ステージ 18 上に載置された半導体デバイス S とに対して、上述した挿入位置と待機位置との間を移動可能に構成されている。また、SIL 3 に対し、SIL 駆動部 30 が設けられている。SIL 駆動部 30 は、SIL 3 を支持する支持部 31 を有するレンズマニピュレータから構成され、SIL 3 を X、Y 方向、及び Z 方向に移動させる XYZ 駆動機構である。

#### 【0058】

半導体デバイス S を検査するための観察等を行う観察部 A に対し、制御部 B 及び解析部 C が設けられている。

#### 【0059】

制御部 B は、カメラ制御部 51 a と、LSM 制御部 51 b と、OBIRCH 制御部 51 c と、ステージ制御部 52 と、SIL 制御部 53 とを有している。これらのうち、ステージ制御部 52 及び SIL 制御部 53 については、図 1 に関して上述した通りである。また、カメラ制御部 51 a、LSM 制御部 51 b、及び OBIRCH 制御部 51 c は、図 1 に示した構成における観察制御部 51 に相当している。

**【0060】**

カメラ制御部 51a 及び LSM 制御部 51b は、それぞれ高感度カメラ 10 及び LSM ユニット 12 の動作を制御することによって、観察部 A において行われる半導体デバイス S の画像の取得を制御する。また、OBIRCH 制御部 51c は、半導体デバイス S の検査に用いられる OBIRCH (Optical Beam Induced Resistance Change) 画像を取得するためのものであり、レーザ光を走査した際に発生する半導体デバイス S での電流変化を抽出する。

**【0061】**

解析部 C は、画像解析部 61 と、指示部 62 とを有し、例えばコンピュータなどによって構成される。カメラ制御部 51a、及び LSM 制御部 51b からの画像情報は、解析部 C のコンピュータに備えられた画像取込ボードを介して入力される。なお、画像解析部 61 及び指示部 62 については、図 1 に関して上述した通りである。また、解析部 C によって取得または解析された画像、データ等は、必要に応じて、解析部 C に接続された表示装置 63 に表示される。

**【0062】**

図 5 及び図 6 に示した半導体検査装置を用いた半導体検査方法について、図 3 のフローチャートを参照して概略的に説明する。

**【0063】**

まず、SIL 3 が待機位置にある通常の状態、LSM ユニット 12 によって半導体デバイス S を走査して、半導体デバイス S のパターン画像を取得する (ステップ S101)。また、半導体デバイス S での異常箇所の検出に用いられる異常観察画像を取得する (ステップ S102)。この異常観察画像としては、OBIRCH 制御部 51c によって取得される OBIRCH 画像、あるいは、カメラ 10 によって取得される発光画像などが用いられる。これらのパターン画像及び異常観察画像については、必要に応じて、各画像の重ね合わせ、及び表示装置 63 への表示等が行われる。

**【0064】**

次に、取得された画像を用いて半導体デバイス S の異常箇所を調べて、検出された異常箇所を検査箇所とし (S103)、検査箇所が画像の中央に位置するよ

うにXYZステージ15等を設定する。続いて、半導体デバイスSの検査箇所に対してSIL3の挿入、位置調整、距離調整を行う（S104、S105～S107）。

#### 【0065】

そして、半導体デバイスS上に配置されたSIL3、及び対物レンズ20等を介して、拡大されたパターン画像、OBIRCH画像、発光画像などの画像を取得する（S108）。また、必要に応じて、各画像の重ね合わせ、表示装置63への表示等を行う。なお、発光画像を取得する際には、SIL3によって発生する色収差量に合わせてステージ等を適宜移動させ、倍率をソフトウェアで合わせて画像の重ね合わせを行う。

#### 【0066】

本発明による半導体検査装置、及び半導体検査方法は、上記した実施形態に限られるものではなく、様々な変形が可能である。例えば、半導体検査装置における画像取得部1、光学系2、検査部16等の具体的な構成、及び半導体デバイスSを検査するための具体的な検査方法等については、図5及び図6はその構成の一例を示すものであり、これ以外にも様々な構成及び検査方法を用いることができる。

#### 【0067】

また、SILの構成及び使用方法については、図2（a）及び（b）では半導体デバイスSの表面に焦点がある状態で図示したが、裏面観察等の場合には、半導体デバイスSの裏面または内部の所定位置が焦点となるようにSILが用いられる。

#### 【0068】

##### 【発明の効果】

本発明による半導体検査装置、及び半導体検査方法は、以上詳細に説明したように、次のような効果を得る。すなわち、観察対象である半導体デバイスと対物レンズとの間に固浸レンズがない状態での観察画像、及び固浸レンズを挿入した状態での拡大観察画像の両者を取得可能なように検査装置を構成するとともに、固浸レンズを挿入した際に、固浸レンズからの反射光を含む画像を取得し、その

画像を参照して固浸レンズの位置を調整する構成によれば、半導体デバイスに対して、固浸レンズを介して高分解能の観察を行うことができる。

#### 【0069】

また、固浸レンズを挿入した状態での観察画像を利用して位置合わせを行うことにより、半導体デバイスの検査への適用において、固浸レンズを効率良く取り扱うことが可能となる。以上により、微細構造解析などの半導体デバイスの検査を容易に行うことが可能な半導体検査装置、及び検査方法が実現される。

#### 【図面の簡単な説明】

##### 【図1】

半導体検査装置の一実施形態の構成を模式的に示すブロック図である。

##### 【図2】

(a) 半球形状、及び (b) 超半球形状の固浸レンズについて示す図である。

##### 【図3】

図1に示した半導体検査装置を用いた半導体検査方法を示すフローチャートである。

##### 【図4】

固浸レンズを挿入した状態で取得される画像を示す写真である。

##### 【図5】

半導体検査装置の他の実施形態を示す構成図である。

##### 【図6】

図5に示した半導体検査装置を側面から示す構成図である。

#### 【符号の説明】

A…観察部、1…画像取得部、10…高感度カメラ、12…レーザスキャン光学系ユニット（LSMユニット）、12a…レーザ光導入用光ファイバ、12c…検出用光ファイバ、12b、12d…レンズ、12e…ビームスプリッタ、12f…XYスキャナ、15…XYZステージ、16…検査部、18…ステージ、19…テストフィクスチャ、2…光学系、20…対物レンズ、22…カメラ用光学系、22a…レンズ、24…LSMユニット用光学系、24a…ビームスプリッタ、24b…ミラー、24c…レンズ、3…固浸レンズ（SIL）、30…S

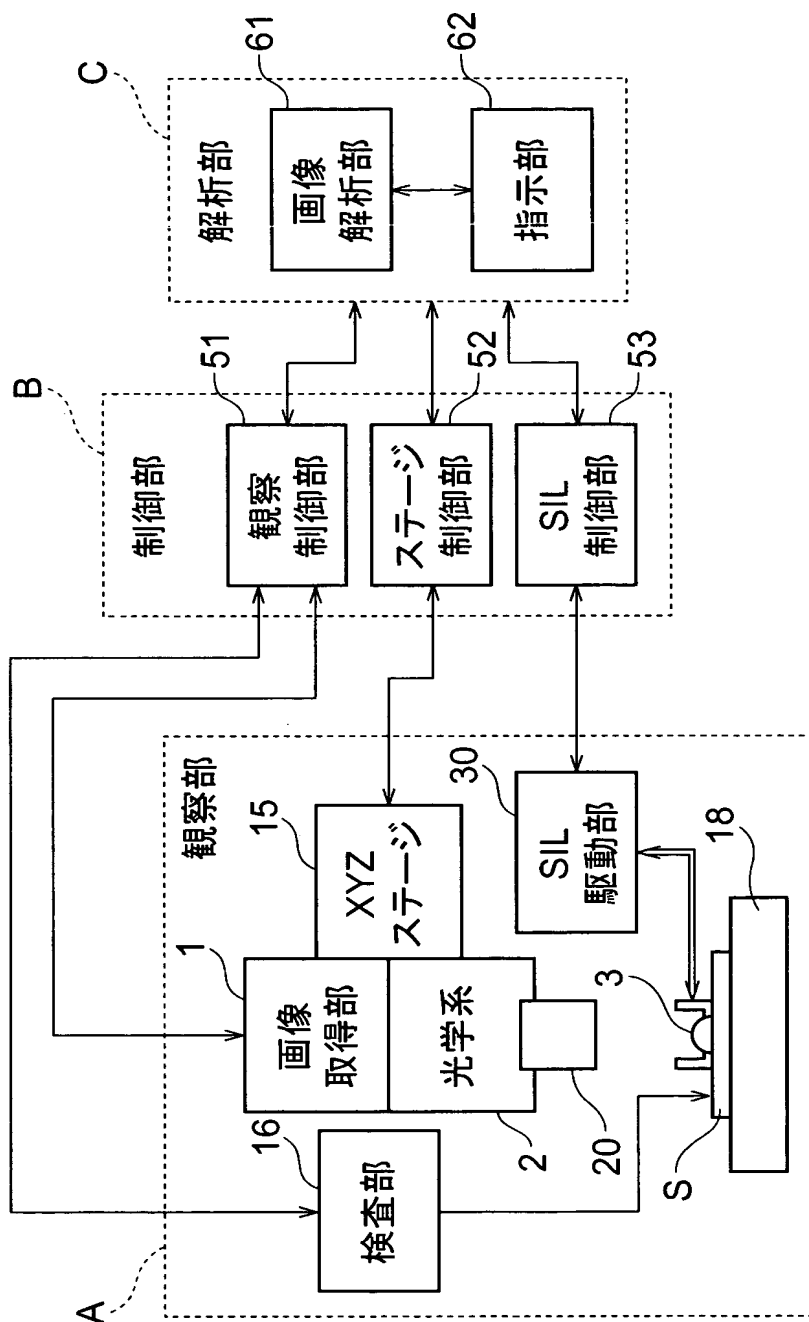
I L 駆動部、3 1 …支持部、

B …制御部、5 1 …観察制御部、5 1 a …カメラ制御部、5 1 b …L S M制御部、5 1 c …O B I R C H制御部、5 2 …ステージ制御部、5 3 …S I L制御部、C …解析部、6 1 …画像解析部、6 2 …指示部、6 3 …表示装置。

【書類名】

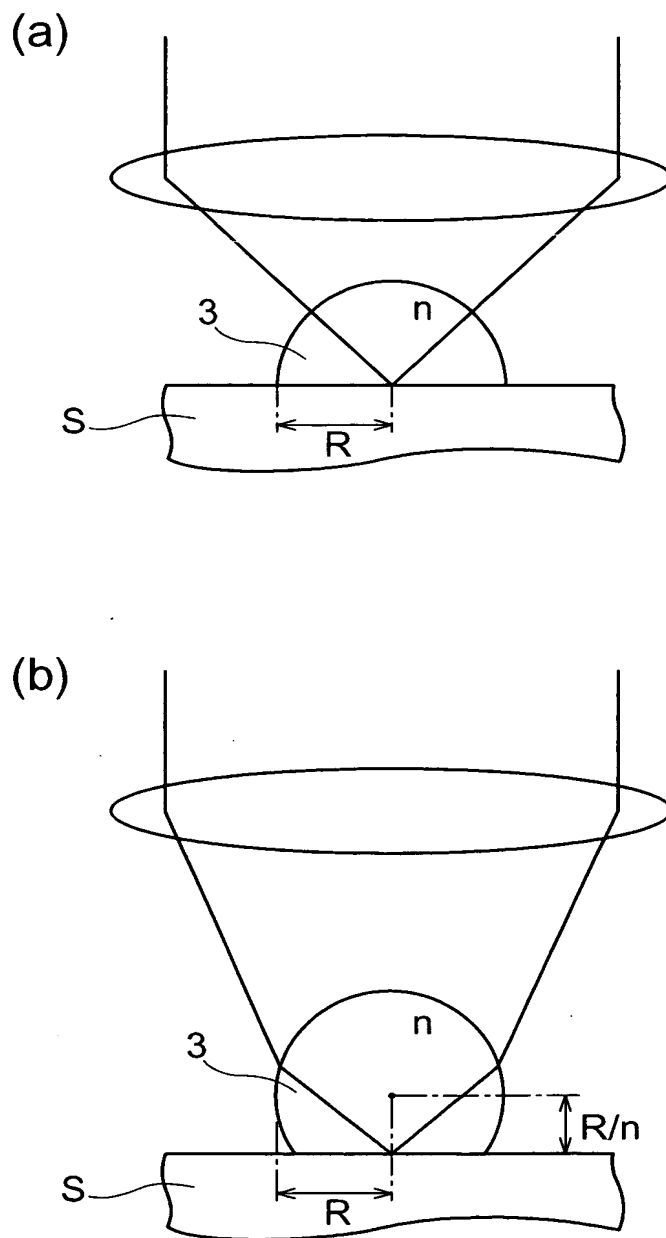
図面

【図 1】

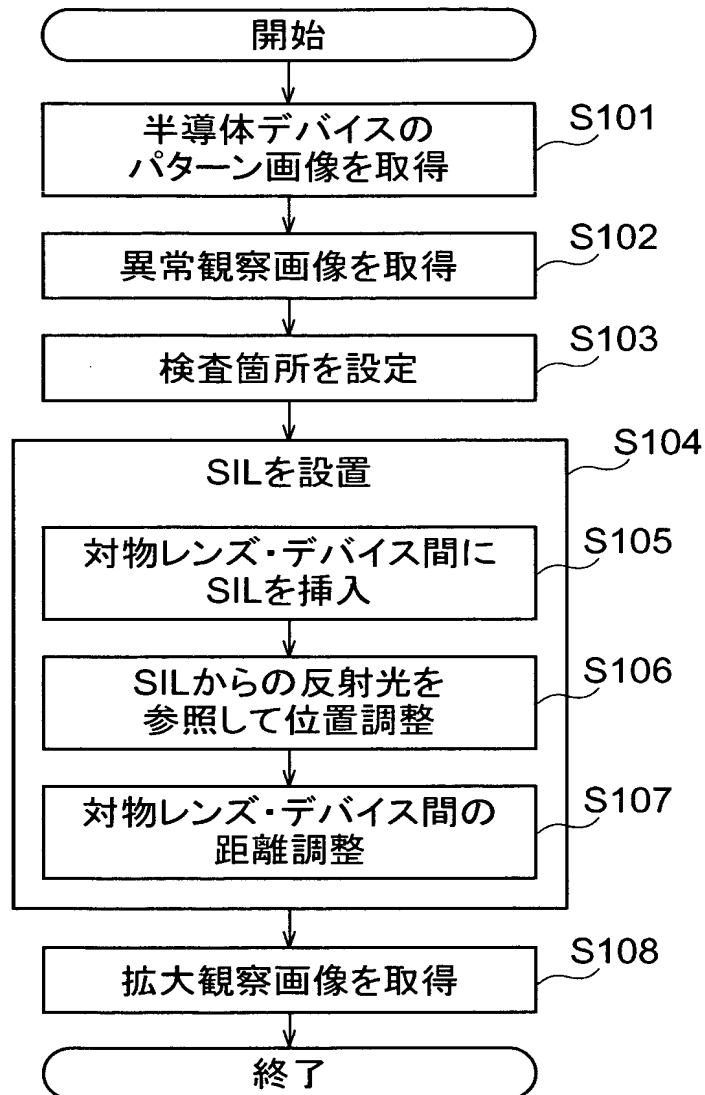




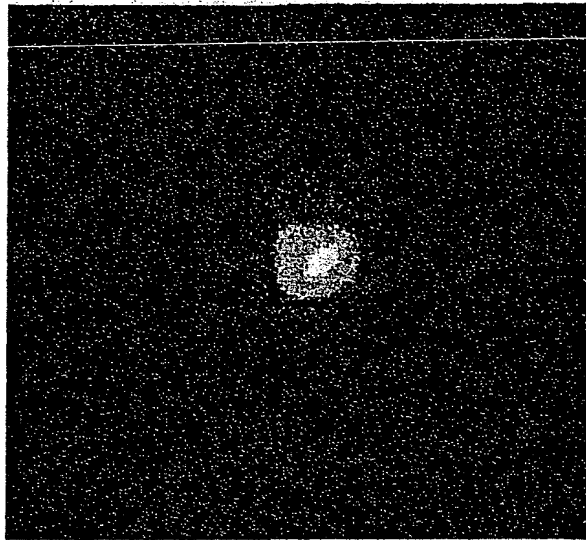
【図 2】



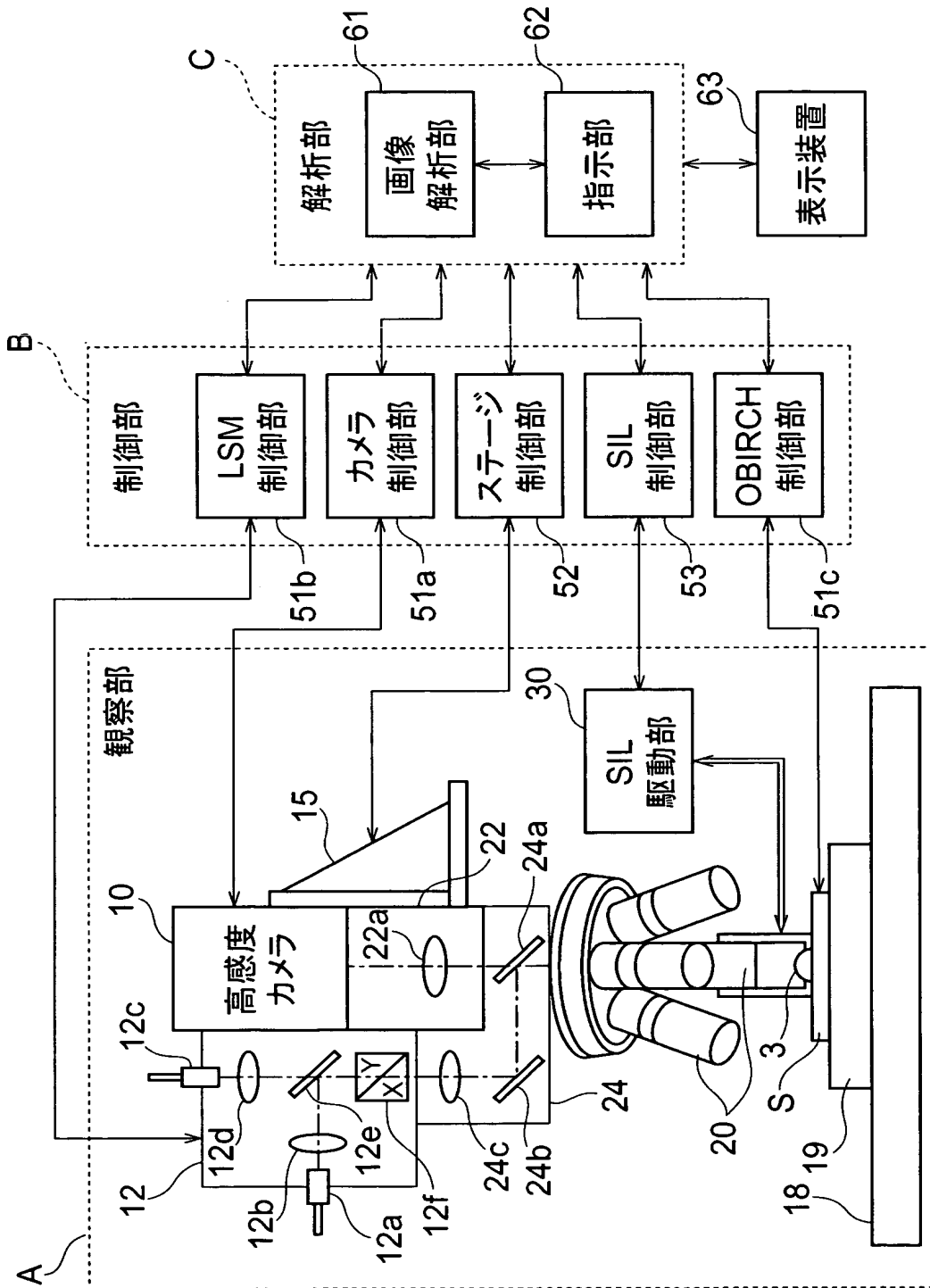
【図 3】



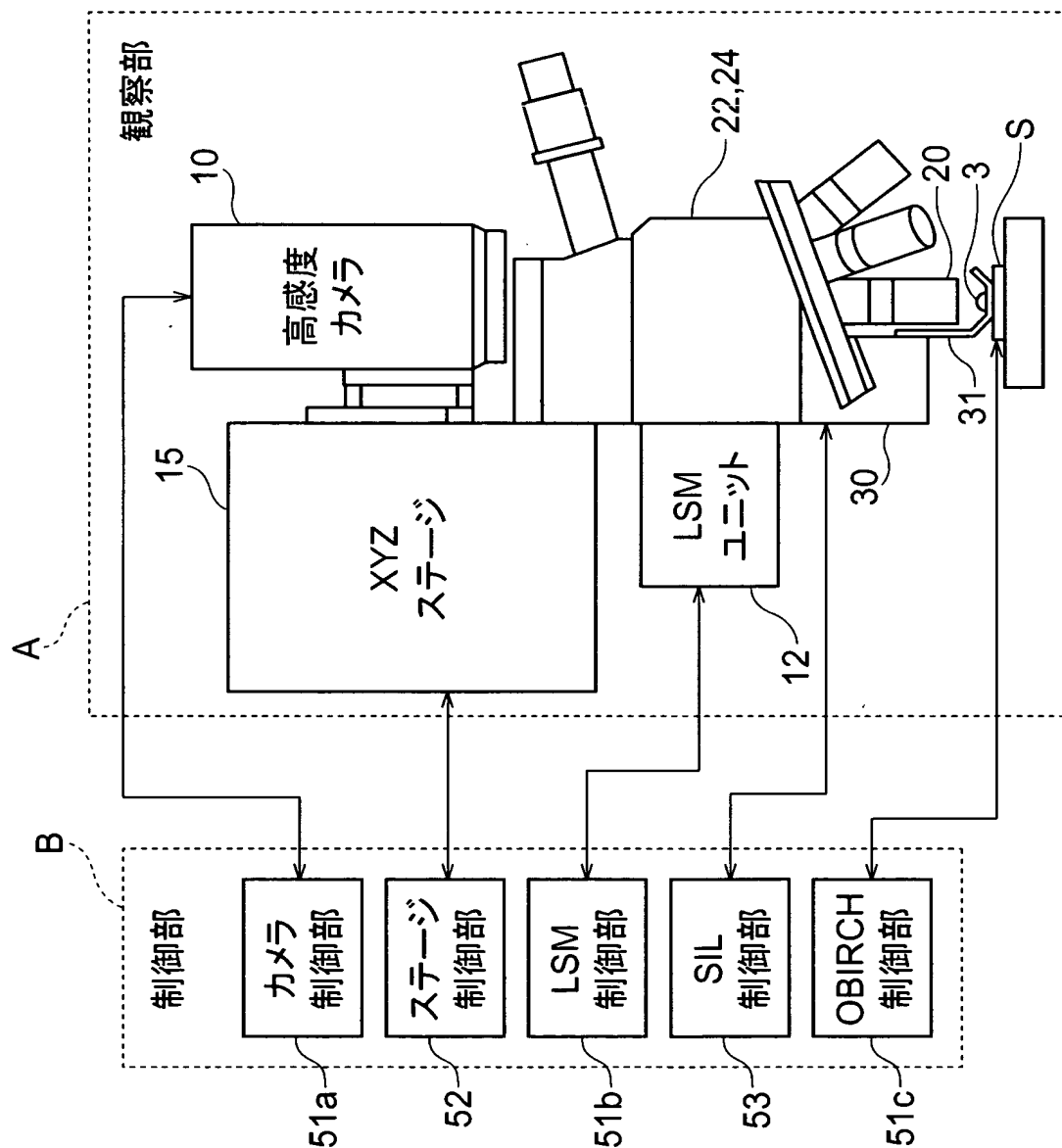
【図 4】



【図 5】



【図 6】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 半導体デバイスの微細構造解析などの検査を容易に行うことが可能な半導体検査装置、及び半導体検査方法を提供する。

【解決手段】 検査対象となる半導体デバイス S に対し、半導体デバイス S の観察を行うための画像取得部 1 と、対物レンズ 20 を含む光学系 2 とを設置する。また、半導体デバイス S の画像を拡大するための固浸レンズ (SIL) 3 を、半導体デバイス S から対物レンズ 20 への光軸を含み、半導体デバイス S の表面に密着して設置される挿入位置と、光軸を外れた待機位置との間を移動可能に設置する。そして、SIL 3 を挿入した際に、SIL 3 からの反射光を含む画像を取得し、その画像を参照して、SIL 駆動部 30 によって SIL 3 の挿入位置を調整する。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 3 - 0 7 8 8 1 9

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [ 0 0 0 2 3 6 4 3 6 ]

1. 変更年月日 1 9 9 0 年 8 月 1 0 日

[変更理由] 新規登録

住 所 静岡県浜松市市野町 1 1 2 6 番地の 1

氏 名 浜松ホトニクス株式会社